

活動報告

【研究活動】

- 日本科学振興機構（JST）・平成26年度産学共同実用化開発事業「海外未利用バイオマス資源活用バイオコークス」

研究代表者：大阪ガスエンジニアリング(株)

再委託研究代表：井田 民男

共同研究：澤井 徹, 瀧端 学, 富田 義弘,
麓 隆行, 水野 諭

- 経済産業省・平成26年度地球温暖化対策技術普及等推進事業「タイにおけるバイオコークス技術の導入によるJCMプロジェクト実現可能性調査」

研究代表者：みずほ情報総研(株)

再委託研究代表者：井田 民男

共同研究：澤井 徹, 瀧端 学, 富田 義弘,
麓 隆行, 水野 諭

- 文部科学省・科学研究費助成事業・基盤研究（C）一般「高灰分バイオマス固形燃料のクリンカー形成機構に関する研究」

研究代表者：釧路工業高等専門学校・川村 淳浩

分担研究代表者：井田 民男

- 大阪ガスエンジニアリング(株)「EFB等活用バイオコークス 導入研究」

研究代表者：井田 民男

共同研究：澤井 徹, 瀧端 学, 富田 義弘,
麓 隆行, 水野 諭

- 札幌市役所「バイオコークス燃料研究経費」

研究代表者：井田 民男

共同研究：澤井 徹, 瀧端 学, 富田 義弘,
麓 隆行, 水野 諭

- 近江物産(株)「プラスチック混合バイオコークス(PMBC)の研究開発」

研究代表者：井田 民男

共同研究：澤井 徹, 瀧端 学, 富田 義弘,
麓 隆行, 水野 諭

- 環境省・低炭素地域づくり集中支援モデル事業（委託

事業）

「降雪地山間地域の未利用バイオマス利用したトリジェネレーションシステム検証事業（横手トリジェネレーションプロジェクト）」推進委員会

研究代表者：一般財団法人 石炭エネルギーセンター

副委員長：井田 民男

- 近畿大学「オール近大」川俣町除染支援プロジェクト」

「バイオコークス化による放射性物質に汚染された植物の減容化技術の実証試験

土壌等除染除去物減容化技術および除染物の運搬や一時保管等関連技術」

研究代表：井田 民男

共同研究：澤井 徹, 瀧端 学, 富田 義弘,
麓 隆行, 水野 諭

- 環境省・平成26年度除染技術実証事業「バイオコークス化による放射性物質に汚染された有機物の減容・安定化の実証と減容化による輸送効率の向上と安全性及び経済性の検証」

研究代表者：中外炉工業(株)

研究協力：近畿大学バイオコークス研究所,
オール近大福島復興支援室

- 公益財団法人 谷川熱技術振興基金 研究助成金

「バイオマス熱分解プロセスの最適条件の検討」

期 間：H25年10月～H26年9月

研究代表者：瀧端 学

【研究発表】

- タイにおける未利用バイオマス資源を用いたバイオコークスの製造実証と実キュボラ実証試験による環境保全と新エネルギー市場開拓の可能性, 村田博敏, 井田民男, 水野諭, 瀧端学, 麓隆行, 富田義弘, 第33回エネルギー・資源学会研究発表会, 2014.6

概要：タイの工業省や関係業界、企業等の協力のもとに、タイ国内で自生する植物性未活用バイオマス資源を原料とし、バイオマスの性質を分析し、バイオコークス固形燃料を製造する装置を設置し、実キュボラで石炭コークス代替実証試験を実施し、タイ政府が抱えるエネルギー問題

及び環境問題を解決できるバイオコークス製造技術の確立に向けた評価・検討を行うとともに、バイオコークス技術の活用におけるビジネスモデルや経済性について検討を行い、出湯成分の比較結果では、いずれの試験においても炭素量は、通常操業と比較して変化は見られず、石炭コークスの代替燃料として十分に効力がある結果が得られた。珪素については、時間経過とともに緩やかに低下する傾向が見られるが、現場ヒアリングにおいて、配合調整にて十分対応可能であることが推測された。

- 鉛筆を原料とするグラファイトを含むバイオコークスの成型特性, 井田民男, 吉國幸治, 水野諭, サンチェス エドムンド Jr., 第31回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 2015.1

概要：本研究では、BICの原料として工場から出るエラー商品である鉛筆を用いた。鉛筆の芯には、グラファイトが含まれており、そのグラファイトの性質を活かし、より高温、高圧状態で従来のバイオコークスよりも崩壊の起こりにくい特性を持ったバイオコークスの製造及びその特性を調査することを目的として実験を行った。

- エネルギー π ナンバーによるバイオコークスのスケールモデリング指標の検討, 井田民男, 吉國幸治, 麓隆行, 測端学, 水野諭, サンチェス エドムンド Jr., 日本実験力学学会 2014 年度年次講演会, 2014.8

概要：次世代バイオエネルギーとして、バイオコークスの研究を展開している。次世代バイオ燃料であるバイオコークスは、キュボラ用溶解源から家庭用熱源まで幅広い、用途に適用可能なエネルギーとして拡大している。このため、各用途で求められるバイオコークスのサイズが5倍近く異なり、バイオコークスの製造時のスケール特性を解明する必要がある。特に、力の次元では、理解できるが現象の運動量の比やエネルギーの比が有する物理的な意味が議論されていない。本研究では、物体が有するエネルギーの比による π ナンバーを仮定し、その特性を吟味した。

- 汚染バイオマスのバイオコークス技術による再生可能エネルギー備蓄に関する研究, 井田民男, 水野諭, 山

西弘城, 大橋憲, 谷口美希, 笹内謙一, 日本機械学会 2014 年度年次大会, 2014.9

概要：本研究では、近畿大学が取り組むバイオコークス事業を応用し、汚染バイオマスの減容化試験を行い、長期安定性について検討を行った。特に、長期に安定に保管される再生可能エネルギーとしての可能性について論じる。バイオコークス技術を転用し、放射性セシウムのバイオコークス内への長期閉じ込め効果を実験的に明らかにした。バイオコークスは、2008-2012 年代物において、ほとんど変化がないことを観察した。また、水中環境では、2006 年から安定して存在していることを示した。さらに、水中への放射性セシウム溶出試験では、25% まで溶出量を抑制でき、バイオコークス内に 75% 閉じ込められることを得た。

- Thermo-Fluid Phenomena of Torrefied Woody Biomass and Optimum Molding Condition of Torrefied Wood Briquette, Toru SAWAI, Noriyasu HIROKAWA, Takeshi KAJIMOTO and Yoshimitsu ICHINO, Journal of JSEM, Vol.14, Special Issue, pp. s7-s12, 2014・7

概要：本研究は、石炭火力発電所におけるバイオマス混焼用の燃料として利用することを目的とした“Torrefied Wood Briquette (半炭化ブリケット燃料)”の最適成型条件について検討したものである。得られた知見は以下の通りである。バイオマス試料として広葉樹(カキ剪定枝)と針葉樹(スギ)を使用し、軟化温度に及ぼす種々の因子の影響を明らかにした。質量収率の減少(半炭化度の進行)、含水率の減少、圧力の減少により、軟化温度は増加する。同一条件下において、針葉樹の軟化温度は広葉樹に比べて高くなる。ブリケット燃料の見かけ密度は軟化温度で成形した場合に最大となる。

- 測色値による半炭化木質バイオマスの評価, 澤井徹, 片山一郎, 北林由江, 梶本武志, 佐野寛, 本庄孝子, 日本エネルギー学会第23回大会講演論文集, 2014・7

概要：木質系バイオマスの改質方法の一つに半炭化処理(トレファクション)があり、高エネルギー収率を保持した状態での発熱量改質が可能である。本研究では半炭化処理を施したバイオマス

の種々の特性を質量収率のみの関数で表わすことができるかと仮定し、質量収率および元素割合を非侵襲的に評価する方法を検討した。半炭化処理を施した木質系バイオマスの分光反射率から得られる CIEL*a*b* 色空間特性と質量収率・有機元素分析の結果から、質量収率および元素割合を ± 10% の誤差範囲で推定可能な実験相関式を提示した。

- Experimental Study on Flow Characteristics of Thermo-Fluid Wood Powder by Hot Extrusion Process, Toru SAWAI, Noriyasu HIROKAWA and Takeshi KAJIMOTO, Proceedings of 9th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2014・11

概要：熱流動化木粉の等速押出実験を行い、キャピラリー内を流動する際の壁面せん断応力と壁面せん断速度の関係を実験的に求め以下の知見を得た。低温度（140℃）、低含水率（10%）条件では、木粉が熱流動化を発現しないため押出はできなかった。押出荷重は、成形温度減少、キャピラリー径減少により増加する。試料の含水率増加により押出荷重は減少する。壁面せん断応力を壁面せん断速度の関数として表した際、ベキ指数が0.4-0.5の値を取ることから、熱流動化木粉が擬塑性特性の非ニュートン流体であることがわかった。熱流動化木粉のみかけ粘性係数を予測するための実験相関式を提案し、± 50%の精度で実験データを予測できることを確認した。

- もみ殻を原料とする高密度・高硬度固体燃料の常温・高温圧縮強度特性に及ぼす粉碎粒径の影響, 水野論・オマービン・ハミドゥン・井田民男, 測端学, 麓隆行, 難波邦彦, スマートプロセス学会誌, Vol. 3-No. 5, pp.269-275, 2014.9

概要：本研究では、もみ殻の粒径ならびに成型温度を影響因子とし、もみ殻 BIC の成型特性を調べ、常温および高温（973K）雰囲気下での一軸圧縮試験により、その物理的特性の検討を行った。原料であるもみ殻は、SiO₂ を多く含むクチクラ層で覆われているため、BIC 化の反応が進行しにくい。そのため、粉碎によりクチクラ層を破壊し、保護されているセルロース

層やリグニン壁を表出させ、反応性の向上が見られるか確認することを目的とした。固体燃料は、成型温度と粒径を影響因子として成型され、その物理的特性を定量的に調査した結果、0.5 mm 以下に分級された BIC は、他の粉碎粒径に分級された BIC よりも圧密化がなされ、リグニン反応による黒色化も進行していることなどを確認した。

- 高硬度バイオマス固体燃料の炭化・燃焼特性, 測端学, 赤藤雄也, 水野 論, 井田民男, スマートプロセス学会誌, Vol. 3-No. 5, pp.295-301, 2014.9

概要：本研究では、鉄鋼溶解炉における石炭コークス代替時に想定される BIC の炭化・燃焼挙動の解明を目的として、BIC の基本的な炭化特性を明らかにするとともに、生成した BIC 炭化物について圧縮強度試験および燃焼実験を行い、その圧縮強度特性と燃焼挙動を調査した。その結果、同じ原料を用いても、生木炭化物に比べ BIC 炭化物の方が高温炭化時の重量収率が高いこと、BIC 炭化物の圧縮強度は、高温炭化時には生木炭化物より高くなる傾向があること、および、絶対的な強度としては石炭コークスの圧縮強度と比較して、およそ1 ケタ低い値であることなどが得られた。

- 高硬度バイオマス燃料の内部構造が焼特性に及ぼす影響, 測端学, 足立佑平, 井田民男, 水野論, 田付 圭佑, 日本機械学会 2014 年度年次大会, CDROM-J0540202, 2014.9

概要：石炭コークス代替を目的として開発されたバイオマス固体燃料にバイオコークス（以下 BIC）がある。本研究は成型条件による BIC の燃焼特性変化と、BIC の内部を X 線 CT 撮影して得られる CT 値との関係を検討した。その結果、BIC の燃焼特性には成型温度がもたらす影響が大きく、成型後比重が同程度であっても成型温度の上昇に伴い、着火遅れ、チャー燃焼時間が延長され、有炎燃焼時間が短縮された。また、BIC の CT 値は成型後比重が同じ試料であっても成型温度と相関のある値を示し、燃焼特性の推定に利用できる可能性があることなどが得られた。

□バイオマス熱分解プロセスの最適条件の検討，瀧端学，田付圭佑，第52回燃焼シンポジウム講演論文集，pp.234-235，2014.11

概要：本研究では固体バイオマスを試料とし，水蒸気，炭酸ガス混合雰囲気下でのガス化および炭化特性双方の基礎データを得ることを試みた．その結果，雰囲気ガス中のH₂O比率が高い方が，H₂およびCOの生成量が多いと考えられる．しかし，その差は試料投入後の経過時間が長くなると縮小していく傾向がある．このことから，雰囲気ガスにH₂Oが多い場合，高分子の原料からはCO，H₂を生成しやすいが，原料がチャーの状態に近づくにつれて，その差は小さくなると言える．

□X線CTによるヒノキ（幹：樹皮=1:1）バイオコークスの粗密構造と燃焼特性の関係についての考察，日本実験力学学会講演論文集，麓隆行，水野諭，瀧端学，井田民男，pp.386-389，2013.8

概要：本研究では，X線CT法により，製造時間や製造温度の異なる小型バイオコークスについて，内部の品質評価を行い，小型バイオコークスを均質に作製する知見を得た．その結果，直径20~48mmでは，小型バイオコークスを製造する際に，一定時間以上，恒温恒圧状態にしても内部の密度変化はほとんどないこと，高さ方向では上面から30mm以上となると，高密度化が生じないことがわかった．

□X線CT法によるバイオコークスの非破壊内部品質分布計測への適用性について，麓隆行，水野諭，瀧端学，井田民男，スマートプロセス学会誌，vol. 3, No. 5, pp. 302-208, 2014.9

概要：本研究では，X線CT法を用いた画像解析により，バイオコークス内部の品質分布推定への適用性を確認することを目的とし，CT値を用いた小型バイオコークスおよび大型バイオコークス内部の密度評価を行った．その結果，直径20mmバイオコークスに対して，X線CT法により得られたCT値は，密度と比例関係にあること，直径100mmのバイオコークス内部においても，CT値は，バイオコークス供試体内部の密度と比例関係にあること，そして，直径100mmのバイオコークス内部では品質分布が

生じており，CT値を用いた評価が有効であることがわかった．

□高周波誘導溶解におけるバイオコークスの加炭材代替効果の検証，富田義弘，尾鼻美規，井田民男，スマートプロセス学会誌，Vol. 3-No. 5, pp.283-288, 2014.9

概要：本研究では，バイオマス試料を木（幹：樹皮=5:5）80mass% + 竹20 mass%を混合したBICを加炭材の代替として用いることで鑄鉄への加炭効果を検証した．実験は，まず研究室レベルで小型高周波誘導溶解炉を用いてBICの加炭材代替効果と機械的性質から検証し，次に，実炉を用い大型高周波誘導溶解炉を用いて加炭材代替効果を同評価にて検証を行った．実用炉である大型高周波誘導溶解炉（リングフード付き）で約5 tonの溶解を行い，直径10 cm × 長さ10 cmのBICを用いて加炭材の20 mass%代替検証を行った．特に，小型高周波誘導溶解炉において80 mass% + 竹20 mass%の木質バイオコークスを加炭材とする20 mass%代替試験を行った結果，固定炭素量を25.5 mass%として使用可能なことなどが分かった．

□飼料成分分析によるバイオマスの発熱量推算，馬場玲子，瀬山智博，大山将央，井本泰造，平康博章，笠井浩司，西村和彦，藤谷泰裕，井田民男，スマートプロセス学会誌，Vol. 3-No. 5, pp.262-268, 2014.9

概要：発熱量の推定は，石炭研究においては元素組成からDulongを用いて求める方法が定石であるが，この方法はバイオマスの発熱量推定には有機特性等から適合しづらいことが知られており，幾通りもの推算式が提案されている．しかし，ほかに決定的な予測式が提唱されていないため実務的には補正式により推算する例が見られる．本研究では，5種類の有機成分から推算した高位発熱量が，ボンベ熱量計による実測値にはほぼ一致することを確認した．バイオコークス材料の候補として選定した15種類のバイオマスについて，熱分析測定による発熱特性の比較とともに，基本的な熱分解・燃焼特性を定量的に示し，それぞれのバイオマスに特徴的な発熱特性が存在することなどを示した．